心理学报 2022, Vol. 54, No. 2, 111−121
Acta Psychologica Sinica

https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2022.00111

词汇具体性对情绪名词效价加工影响的 ERP 研究*

罗文波 齐正阳

(辽宁师范大学脑与认知神经科学研究中心, 大连 116029)

摘 要 具体性和抽象性是词汇同一特性的两极, 是直接影响词汇加工过程的重要因素。本研究采用快速序列视觉呈现范式, 结合脑电技术探讨在有限注意资源内, 词汇具体性对情绪名词加工过程的影响。结果发现: 名词加工早期和晚期阶段的 ERP 成分受到情绪效价的调节, 情绪词比中性词诱发了更大的 N170 和 LPC 波幅; 名词加工早期和晚期阶段的 ERP 成分也受到词汇具体性的调节, 具体词比抽象词诱发了更大的 N170 和 LPC 波幅; 词汇具体性影响情绪名词加工的晚期阶段, LPC 波幅能够分辨出不同情绪效价的抽象词, 对于具体词仅能区分出情绪与非情绪, 这说明抽象词可能比具体词负载了更多的情绪信息, 反映出对情绪信息的精细加工过程。

关键词 情绪名词, 词汇具体性, 快速序列视觉呈现范式, 事件相关电位

分类号 B842

1 前言

个体对情绪信息快速有效加工的能力在其社会交往方面有着重要的调节作用, 人们可以通过不同的载体(面孔、声音、躯体)传递各种情绪信息(Kim et al., 2015)。在抽象水平上, 语言作为人类表达情感的有力工具, 即使以词语为单位也能够传递出强烈的情绪色彩(Doyle & Lindquist, 2018)。从情绪效价维度可以将词语分为正性词(如"幸福"), 负性词(如"苍蝇")和中性词(如"汽车"), 突出词汇的情绪性, 反映了词汇的情感意义; 从是否可以产生表象的角度, 词语可以分为具体词(如"书桌")与抽象词(如"诚实"), 突出词汇的具体性与抽象性, 反映了词汇的语义概念范畴。词汇的情绪性和具体性分属不同的词汇学特征, 是影响词汇加工的不同因素(王振宏, 姚昭, 2012)。

早期研究发现, 人们对情绪词有加工优势, 行为上表现出, 被试加工情绪词比中性词更快更准确(Kousta et al., 2009; Williamson et al., 1991), 该现象被称为词汇加工的情绪效应(emotion effect), 符合健康个体能够对情绪信息快速探测和加工的假设。大量 ERP (event-related potential)研究发现, 词汇情绪性能够增强大脑皮层活动反应, 涉及到视觉词汇加工过程各个阶段(Kissler et al., 2006)。一些研究指出, 情绪词语的呈现可能影响早期的脑电成分, 如 P1-N1 复合体, 负性词比中性词诱发了更大的 N1 (Kissler & Herbert, 2013)和 P1 波幅(van Hooff et al., 2008), 说明情绪词比中性词更易获得个体注意资源的分配。但也有研究者认为词汇情绪效应的 ERP 成分不会出现在 200 ms 之前, 因为情绪信息的加工应该发生在词义通达之后(Herbert et al., 2008)。另外, 词汇加工早期阶段的相关研究发现词语诱发的 N170 成分与面孔相似(Rossion et al., 2003), 并且受到情绪效价调节, 情绪词诱发了更大的 N170 波幅(Yi et al., 2015; D. D. Zhang et al., 2014), 但正性词和负性词诱发的 N170 成分没有显

收稿日期: 2020-11-10

* 国家自然科学基金面上项目(31871106)。

罗文波和齐正阳为本文的共同一作。

通信作者: 罗文波, E-mail: luowb@lnnu.edu.cn

著差异。类似结果发现于主要分布在枕颞区域，峰值在 250~350 ms 之间的 EPN 成分(early posterior negativity)上，情绪词比中性词诱发了更负的 EPN 波幅(Citron et al., 2013; Palazova et al., 2011)，但有研究指出是与刺激相关的唤醒水平调节了 EPN 效应，而不是情绪效价调节 EPN 效应(Bayer et al., 2012)。词汇加工晚期阶段的情绪效应更多体现在 LPC (late positive complex)成分上，其波幅对情绪信息的细微差异非常敏感，通常反映为对情绪刺激的精细加工过程(Schupp et al., 2000)。如 Hinojosa 等人(2010)采用词汇-语义判定任务发现，相较于中性词，正性词和负性词的 LPC 成分的波幅更大，这说明情绪刺激的加工比中性刺激的加工更精确(Schacht & Sommer, 2009)。另有些研究报告发现正性词和负性词诱发的 LPC 波幅有显著差异(Herbert et al., 2008; Hofmann et al., 2009; Kanske & Kotz, 2007)，这说明可以通过 LPC 成分来区别不同的情绪信息。

上述可见，情绪性能够调节词汇加工过程不同阶段的 ERP 成分，但由于事件相关电位对刺激事件具有高敏感度和高时间分辨率等特点，情绪效应的 ERP 成分会受各种因素影响，除实验范式、实验任务外，实验材料的各种词汇学变量(如词性、词频、笔画等)的差异在研究中更要引起重视。虽然在不同实验报告中词汇加工的情绪性效应在各加工阶段不尽相同，但已有研究表明，不同类型的情绪刺激(如面孔表情、词语)诱发的情绪过程可能具有相似性(Schacht & Sommer, 2009)。词语作为能够独立运用的最小的语言单位，是从象征水平上代表情绪，面孔表情则是情绪表达的直接生物线索。

Luo 等人(2010)采用双任务快速序列视觉呈现范式(rapid serial visual presentation, RSVP)，探讨了有限注意资源内面孔表情加工的时间变化过程。双任务 RSVP 范式中，被试对一系列无关刺激中的两个目标刺激进行判断，当第一个目标刺激(T1)和第二个目标刺激(T2)呈现的时间间隔在 200 至 500 ms 时，对 T1 的正确判断会减弱 T2 的识别正确率，这种效应被称为注意瞬脱(attentional blink, AB) (Raymond et al., 1992)。Luo 等人(2010)发现注意瞬脱产生的 RSVP 范式中，面孔表情加工过程经历三个阶段，具体为：“阶段一”为恐惧面孔表情的优先识别，表现为恐惧表情比其他面孔表情诱发了更大的 N1 和 P1 波幅；“阶段二”为从非情绪面孔中区别出情绪面孔，表现为情绪表情比中性表情诱发了更大的 N170 和顶正成分(vertex positive potential, VPP)。大脑在“阶段三”进一步精细加工不同效价面孔表情，表现为恐惧、高兴和中性面孔两两间诱发出显著不同的 N3 和 P3 波幅。基于这些结果，Luo 等人(2010)初步提出了面孔表情加工的三阶段模型，随后通过脑电单试次分析及分类器预测行为结果的研究(Zhang et al., 2013a, 2013b)，进一步支持了面孔表情加工三阶段理论的科学性。而后，D. D. Zhang 等人(2014)采用双任务 RSVP 范式观察到情绪形容词在有限注意资源内加工的动态变化过程表现出与面孔表情加工类似的三阶段模式，拓宽了面孔表情加工三阶段理论的适用范围。Yi 等人(2015)同样采用双任务 RSVP 范式发现情绪名词加工适用于三阶段模型中的后两个阶段。情绪名词和情绪形容词的加工在相同范式下表现出的差异，除二者词性不同外，很有可能情绪名词的加工还会受到词汇具体性的影响，如情绪形容词绝大多数都属于抽象概念，而情绪名词则可分为具体情绪名词和抽象情绪名词。

关于词汇具体性对情绪名词加工的影响，早期研究普遍发现具体性效应(concreteness effect)，即在不同实验任务(词汇判定，命名，回忆任务等)中人们对具体词的加工比抽象词更快更准确(Paivio, 1991)。词汇加工具体性效应的 ERP 研究主要发现在晚期成分上，具体词比抽象词诱发了更大的 N400 和 N700 波幅(Barber et al., 2013; West & Holcomb, 2000)，以及减小的 LPC 波幅(Kanske & Kotz, 2007; 王振宏, 姚昭, 2012)。上世纪 80 至 90 年代，两种经典理论对具体性效应提出了解释，双重编码理论(dual-coding theory)和语境有效性理论(context-availability theory)。双重编码理论认为具体词有高表象性，加工时同时激活表象系统和语义系统，而抽象词的加工只能激活语义系统，因此个体对具体词有加工优势(Paivio, 1986)。语境有效性理论则认为具体词和抽象词都只激活语义系统，但具体词和语境信息的联结更为紧密(Schwanenflugel et al., 1992; Schwanenflugel et al., 1988)。但这两种理论都没有考虑到语言所包含的经验信息(如感觉、运动、情感)。

近年来，随着研究的不断深入以及具身认知理论的传播，抽象概念的表征方式成为讨论热点(Borghi et al., 2017)。Barca 等人(2002)共报告了 626 个意大利简单名词的 13 个词汇学特征，如熟悉性，表象性，具体性等，结果在被试命名时长上未发现

具体性效应。Kousta 等人(2011)匹配了传统理论中发挥重要作用的表象性和语境有效性，以及其他词汇学特征(如熟悉度，词频等)后，在反应时上发现“抽象性效应(abstractness effect)”，即被试加工抽象词快于具体词。ERP 和 fMRI (functional magnetic resonance imaging)实验中也发现相同的行为效应(Barber et al., 2013; Bonin et al., 2018; Vigliocco et al., 2013)。研究者认为在控制词汇的表象性和语境有效性后，具体词的加工优势消失，抽象词比具体词与情绪信息的联结更多，负载了更多的情绪信息而产生加工优势。Vigliocco 等人(2013)发现相较于具体词，抽象词在前喙扣带皮质(rostral anterior cingulate cortex, rACC)上的激活程度更高，rACC 通常被认为是参与情绪加工的重要皮质，同时他们从对 1400 多个英文单词的回归分析中发现，抽象词比具体词在情绪联结(包括效价和唤醒度)上的评分更高。Skerry 和 Saxe (2015)则认为情绪本身就是抽象的，高维度的，可见抽象性与情绪信息联结紧密。

综上可见，在 D. D. Zhang 等人(2014)对情绪形容词加工的研究基础上，Yi 等人(2015)虽然研究了相同范式下情绪名词加工的时间进程，但是没有考虑到词汇具体性对情绪名词加工的影响。为进一步完善情绪词语加工的三阶段模型，本研究选取 ERP 技术，采用双任务 RSVP 范式探讨注意资源有限条件下，词汇具体性对情绪名词加工过程的影响。依据情绪二维论，效价和唤醒度两个维度共同影响情绪表征(Russell, 2003)，本研究在选取情绪名词时控制了唤醒度，目的在于关注效价导致的情绪性对名词加工的影响，以及具体性效应和抽象性效应在 RSVP 范式中的变化。根据已有研究和理论基础(Yi et al., 2015; D. D. Zhang et al., 2014)，本研究假设：(1)在有限注意资源内，名词加工过程受情绪效价和词汇具体性的调节；(2)相较于具体名词，抽象名词因包含更多的情绪信息而更适应情绪词语加工三阶段模型。

2　方法

2.1　被试

本研究为 2 (词汇具体性：具体词、抽象词) × 3 (词汇情绪效价：正性词、中性词、负性词)被试内实验设计，实验前使用 G*Power 软件，依据中等效果量 Effect size f = 0.25，当 α = 0.05，统计功效为 0.8 时所需的被试量约为 19 人。实验最终有偿招募 24 名在校学生(8 名男生)，年龄范围 18~30 岁，平均年龄 21.79 岁(SD = 2.21)。被试均为右利手，无生理疾病或精神病史，视力或矫正视力正常。实验设计获辽宁师范大学伦理道德委员会审批通过，所有被试在实验前均阅读并签署了脑电实验知情同意书。

2.2　设计与材料

实验设计包括了词汇具体性(具体词、抽象词)和词汇情绪效价(正性词、中性词、负性词)两个自变量，均为被试内因素。刺激材料共选取 36 个情绪名词(见附表 1)，12 个假词(见附录 2)，4 个数字串(1111, 2222, 5555, 6666)。假词是由两个独立汉字组成的无意义双字词(如“汇献”)，在实验中以倒立形式呈现，目的是降低分心刺激的难度，避免被试若识别一系列正立的假词后容易产生现地板效应。

情绪名词选自汉语情感词系统(CAWS) (王一牛 等，2008)，唤醒度和效价的数据来源于此，词频数据来源于《现代汉语常用词词频词典》(刘源 等，1990)。关于情绪名词具体性的评定，实验前招募 60 名在校大学生，详细解释具体词和抽象词的概念后，采用纸笔测验的方式让其对情绪名词进行 5 点评分：1 分代表非常抽象，2 分代表一般抽象，3 分代表中性，4 分代表一般具体，5 分代表非常具体。根据评定结果从中选取具体词 18 个(正性词，中性词，负性词各 6 个)，抽象词 18 个(正性词，中性词，负性词各 6 个)。对所选名词的唤醒度、效价、具体性、整词笔画、首字笔画、尾字笔画、整词频度、首字频度、尾字频度(词频，字频均进行了对数转换)分别进行 2 (具体性：具体词、抽象词) × 3 (效价：正性词、中性词、负性词)重复测量方差分析(analysis of variance, ANOVA)。效价评定得分的 2 × 3 方差分析发现，效价的主效应显著[F (2, 10) = 313.69, p < 0.001]，配对检验结果显示，正性词、中性词和负性词的效价评分两两之间差异显著，ps < 0.001；具体性的主效应[F (1, 5) = 2.97, p = 0.15]及效价和具体性二者间的交互效应[F (2, 10) = 0.48, p = 0.59]均不显著。具体性评分的 2 × 3 方差分析发现，具体词和抽象词之间具体性评分差异显著，F (1, 5) = 955.59, p < 0.001；效价的主效应[F (2, 10) = 0.027, p = 0.94]及效价和具体性二者间的交互效应[F (2, 10) = 0.508, p = 0.53]均不显著。其他词汇学特征得到了良好控制，所选名词在唤醒度、整词笔画、首字笔画、尾字笔画、整词频度、首字频度、尾字频度上差异均不显著，ps > 0.11。实验中六种名词的唤醒度、效价、具体性、笔画、词频等特征的平均值与标准差见表 1。

表 1 具体词和抽象词的唤醒度、效价、具体性、词频、笔画参数

统计量	具体词			抽象词		
	正性($M \pm SD$)	中性($M \pm SD$)	负性($M \pm SD$)	正性($M \pm SD$)	中性($M \pm SD$)	负性($M \pm SD$)
唤醒度	4.90 ± 0.45	4.56 ± 0.81	5.05 ± 0.57	5.07 ± 0.28	5.04 ± 0.81	5.36 ± 0.40
效价	6.82 ± 0.38	5.21 ± 0.50	2.70 ± 0.38	6.81 ± 0.18	5.36 ± 0.31	2.99 ± 0.28
具体性	4.12 ± 0.16	4.11 ± 0.41	4.19 ± 0.15	2.56 ± 0.09	2.62 ± 0.11	2.51 ± 0.21
整词笔画	19.67 ± 2.07	19.17 ± 3.92	18.33 ± 2.34	20.33 ± 3.83	18.83 ± 1.33	19.67 ± 3.93
首字笔画	10.67 ± 2.58	10.83 ± 4.75	8.50 ± 3.33	8.00 ± 2.19	8.67 ± 3.20	9.83 ± 2.93
尾字笔画	9.00 ± 2.97	8.33 ± 4.97	9.83 ± 3.06	12.33 ± 3.01	10.17 ± 2.32	9.83 ± 2.64
整词频度(对数)	3.89 ± 0.52	3.54 ± 0.71	3.96 ± 0.39	3.79 ± 0.59	4.23 ± 0.25	3.92 ± 0.29
首字频度(对数)	7.80 ± 1.18	5.90 ± 1.76	6.72 ± 2.01	7.48 ± 1.27	7.71 ± 1.90	5.47 ± 0.86
尾字频度(对数)	6.85 ± 2.63	7.53 ± 1.22	6.31 ± 1.50	6.79 ± 1.55	7.14 ± 1.45	6.25 ± 0.88

所有选取的汉字采用宋体 48 号字，通过 Photoshop 软件处理成 142×74 像素的黑底白字 bmp 格式图片。实验显示屏分辨率为 60 像素/英寸，被试坐在一个安静的隔音房间，双眼距离显示屏大致 90 cm (视角为 2.4×4.5°)。

2.3 实验程序

实验程序采用双任务短间隔 RSVP 范式研究注意资源有限时，词汇具体性对情绪名词加工的影响，使用 E-prime 1.1 编制而成，流程如图 1 所示。单个试次中，首先呈现白色十字注视点 500 ms，接着蓝色十字注视点呈现 400 ms，提示被试注意力集中。随后，一系列的词语刺激相继呈现，每个刺激呈现 117 ms，其中包括 12 个倒立呈现的无意义假词和 2 个目标刺激。T1 是正立呈现的数字串，随机出现在序列中第四或第六的位置上，出现概率相同；T2 是正立呈现的情绪名词，T2 出现在 T1 后的第三个位置上(lag = 3, SOA = 351 ms)，6 种水平名词的出现概率相同。另外，由于刺激快速呈现时 T2 前后的分心刺激所诱发的脑电活动会影响到 T2 的脑电波形，为此实验中添加 T2 位置空屏条件作为基线，后期通过差异波处理以获得纯粹由 T2 诱发的 ERP 波形(Sergent et al., 2005)。序列刺激呈现结束，600 ms 空屏后被试根据屏幕上相继出现的两个问题进行反应按键。问题一“序列中的数字是奇数还是偶数，奇数按 1，偶数按 2”，问题界面按键消失；问题二“出现的名词的情绪效价，正性词按 1，中性词按 2，负性词按 3，没看见按 4”。实验任务没有时间限制，要求被试尽可能准确回答。试次间 500 ms 空屏间隔，整个实验共包括 9 个 block，每个 block 中包含 80 个试次，block 间被试休息 2~3 分钟。

2.4 脑电数据的记录、处理与分析

实验采用德国 Brain Products 公司的脑电记录系统，按国际 10-20 系统扩展的 64 导电极帽记录脑电(electroencephalogram, EEG)数据，以左侧乳突作为在线参考电极。水平眼电(HEOG)电极贴置于右眼的外眼角和左眼的外眼角，垂直眼电(VEOG)电极固定在左眼眶上和左眼眶下。所有电极点的头皮电阻保持在 5 kΩ 以下，采样频率为 500 Hz，滤波带通为 0.01~100 Hz。

EEG 数据采用 Brain Vison Analyzer 2.0 软件进行离线式叠加处理分析。将采集到的连续 EEG 数据进行 0.1~30 Hz 带通滤波，离线再参考为全脑平均参考，采用 Gratton 和 Coles (1989)的方法矫正眼电伪迹。以 T2 出现前 200 ms 至出现后 1000 ms 时程进行分段，前 200 ms 作为基线，对分段后的数据进行基线校正。自动剔除错误反应及波幅超过± 80 μV 的脑电波段，再对每种条件下的脑电波段进行叠加平均，每名被试每个条件下有效叠加试次数均超过 50 次。最后分别对不同条件下 T2 诱发的 ERP 波形与 T2 空屏条件下的 ERP 波形做差异波处理，

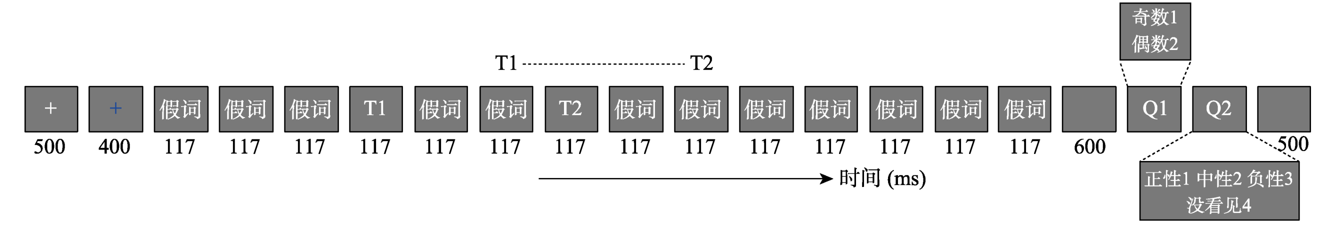


图 1 实验流程图

得出纯粹由刺激条件出现时所诱发的 ERP 波形。

根据已有的相关研究(Yi et al., 2015; D. D. Zhang et al., 2014), 结果分析中选取 P1, N170 和 LPC 三个成分作为情绪名词加工早期和晚期阶段的反应指标。具体来看, P1 成分(160~190 ms)选取 Pz, P3/4, POz, PO3/4 电极点分析; N170 成分(230~280 ms)选取 P7/8, PO7/8 电极点分析; LPC 成分(440~600 ms)选取 Cz, C3/4, CPz, CP3/4, Pz, P3/4, 电极点分析。对三个成分的平均波幅进行三因素重复测量方差分析, 分析因素包括半球(P1 和 LPC 三种水平: 左半球、中部、右半球; N170 两种水平: 左半球、右半球), 词汇具体性(具体词、抽象词), 词汇情绪效价(正性词、中性词、负性词)。

2.5　行为数据分析

实验中要求被试尽可能回答正确, 所以行为数据中不分析反应时, 只对正确率进行两因素重复测量方差分析, 分析的因素包括词汇具体性(具体词、抽象词), 词汇情绪效价(正性词、中性词、负性词)。

使用 SPSS 17.0 软件进行数据分析, p 值采用 Greenhouse Geisser 法校正, 计算偏 Eta 方(eta-squared, η_p^2)作为效果量的量度。

3　结果

3.1　行为结果

在正确率($M \pm SD$)上, 词汇具体性的主效应不显著, F (1, 23) = 0.20, p = 0.66; 词汇情绪效价的主效应不显著, F (2, 46) = 1.55, p = 0.23; 二者间的交互效应显著, F (2, 46) = 4.38, p = 0.035, η_p^2 = 0.16。简单效应结果表明(如图 2), 在具体名词条件下, 负性词的正确率(74.58 ± 21.18%)高于正性词的正确率(65.29 ± 22.29%, p = 0.033), 中性词(71.12 ± 24.52 %)和正性词间差异不显著(p = 0.47), 中性词和负性词间差异不显著(p = 0.61); 在抽象名词条件下, 负性词的正确率(76.70 ± 24.24 %)高于中性词的正确率(62.46 ± 18.89%, p = 0.032), 正性词(74.46 ± 20.59%)和中性词间呈边缘显著(p = 0.067), 负性词和正性词间差异不显著(p = 0.48)。

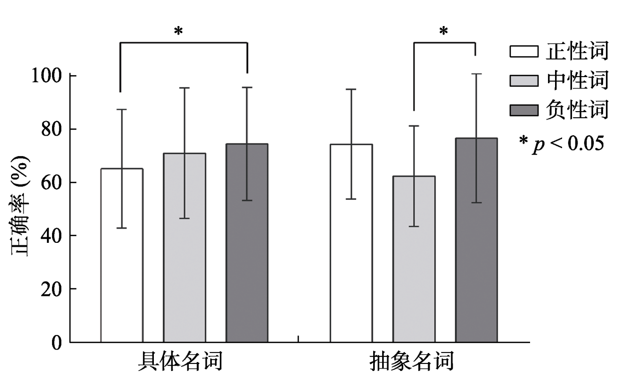


图 2　不同效价的具体名词和抽象名词的反应正确率

3.2　ERP 结果

P1 成分。词汇具体性的主效应, 词汇情绪效价的主效应, 以及二者间的交互效应均不显著[Fs < 0.82, ps > 0.43]。

N170 成分。N170 波幅($M \pm SE$)词汇具体性的主效应显著, F (1, 23) = 14.74, p = 0.001, η_p^2 = 0.39。配对检验结果显示, 具体词(−6.18 ± 0.43 μV)比抽象词(−5.46 ± 0.44 μV)诱发了更大的 N170 波幅(见图 3A/B)。词汇情绪效价的主效应显著, F (2, 46) = 6.60, p = 0.004, η_p^2 = 0.22。配对检验结果显示, 正性词(−5.89 ± 0.45 μV, p = 0.029)和负性词(−6.06 ± 0.43 μV, p = 0.004)均比中性词(−5.50 ± 0.42 μV)诱发了更大的 N170 波幅, 但正性词和负性词间差异不显著(p = 1.00) (见图 4A/B)。

ANOVA 结果显示, 半球与词汇具体性间的交互效应显著[F (1, 23) = 5.32, p = 0.03, η_p^2 = 0.19]。简单效应分析表明, 在左半球上, 具体词(−6.38 ± 0.52 μV)比抽象词(−5.39 ± 0.54 μV)诱发了更大的 N170 波幅(p < 0.001) (见图 3A), 在右半球上, 具体词(−5.97 ± 0.44 μV)和抽象词(−5.52 ± 0.44 μV)间差异不显著(p = 0.10) (见图 3B)。半球与词汇情绪效价间的交互效应显著[F (2, 46) = 9.27, p < 0.001, η_p^2 = 0.29]。简单效应分析表明, 在左半球上, 正性词(−6.00 ± 0.55 μV, p = 0.002)和负性词(−6.29 ± 0.55 μV, p < 0.001)均比中性词(−5.36 ± 0.51 μV)诱发了更大的 N170 波幅, 正性词和负性词间差异不显著(p = 0.23) (见图 4A), 右半球上未发现显著性差异(ps > 0.21) (见图 4B)。

LPC 成分。LPC 波幅($M \pm SE$)词汇具体性的主效应显著, F (1, 23) = 24.74, p < 0.001, η_p^2 = 0.52。配对检验结果显示, 具体词(1.13 ± 0.14 μV)比抽象词(0.57 ± 0.14 μV)诱发了更大的 LPC 波幅(见图 3C)。词汇情绪效价的主效应显著, F (2, 46) = 14.13, p < 0.001, η_p^2 = 0.38。配对检验结果显示, 正性词(1.05 ± 0.14 μV, p = 0.001)和负性词(0.97 ± 0.13 μV, p = 0.003)均比中性词(0.53 ± 0.15 μV)诱发了更大的 LPC 波幅, 前两者间差异不显著(p = 0.44) (见图 4C)。

ANOVA 结果显示, 词汇具体性和词汇情绪效价间的交互效应显著, F (2, 46) = 3.39, p = 0.044, η_p^2 = 0.13。简单效应分析表明, 在具体名词条件下, 正性词(1.22 ± 0.16 μV, p = 0.009)和负性词(1.33 ±

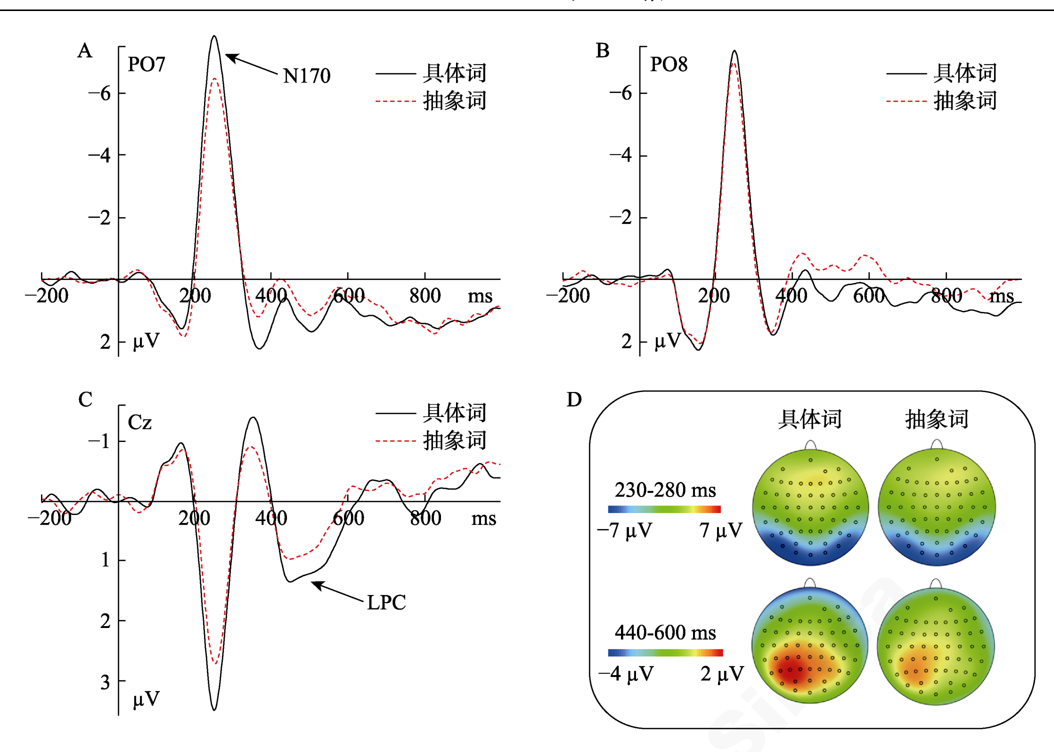


图 3　具体词和抽象词诱发的 N170 成分(A, B)和 LPC 成分(C)的波形图及地形图(D)

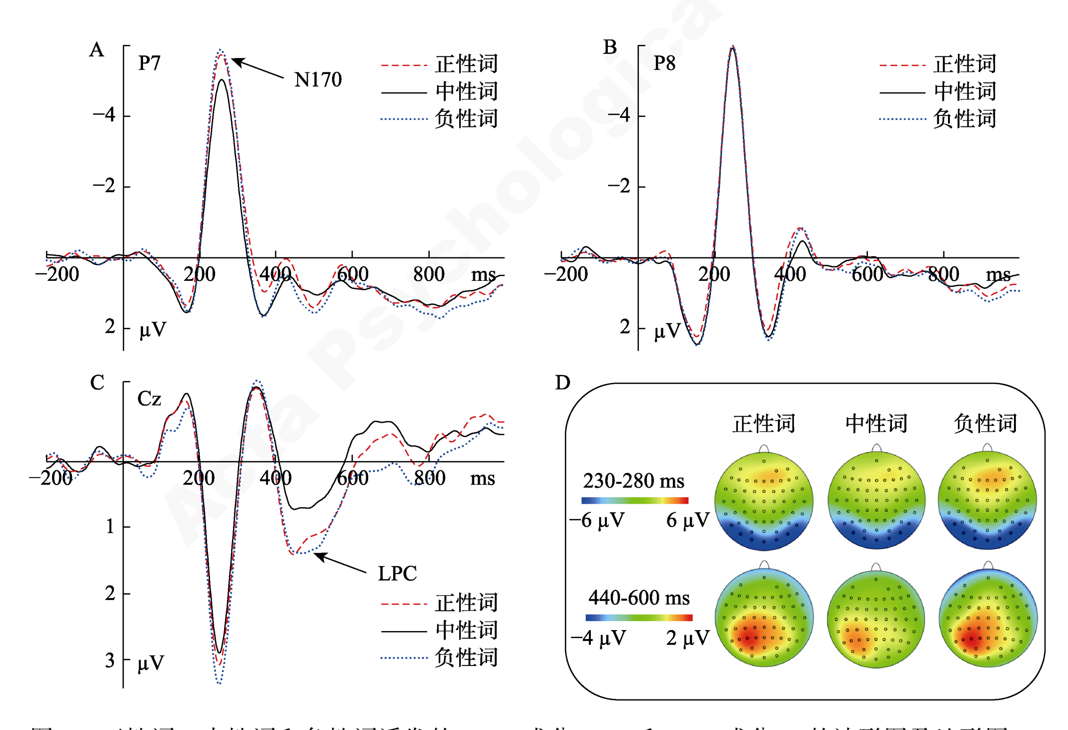


图 4　正性词、中性词和负性词诱发的 N170 成分(A, B)和 LPC 成分(C)的波形图及地形图(D)

0.15 μV, p = 0.004)均比中性词(0.85 ± 0.17 μV)诱发了更大的 LPC 波幅，前两者间差异不显著(p = 0.26)；在抽象名词条件下，正性词(0.89 ± 0.16 μV)比负性词(0.60 ± 0.14 μV, p = 0.01)和中性词(0.21 ± 0.17 μV, p < 0.001)均诱发了更大的 LPC 波幅，负性词比中性词诱发了更大的 LPC 波幅(p = 0.011) (见图 5)。

4　讨论

本研究采用双任务 RSVP 范式，考察了有限注意资源内，词汇具体性对情绪名词加工的影响。行为结果发现：注意资源有限条件下，情绪效应上反映出一种负性偏向。ERP 结果发现：早期 N170 成分受到情绪效价和词汇具体性的调节，正性词和负

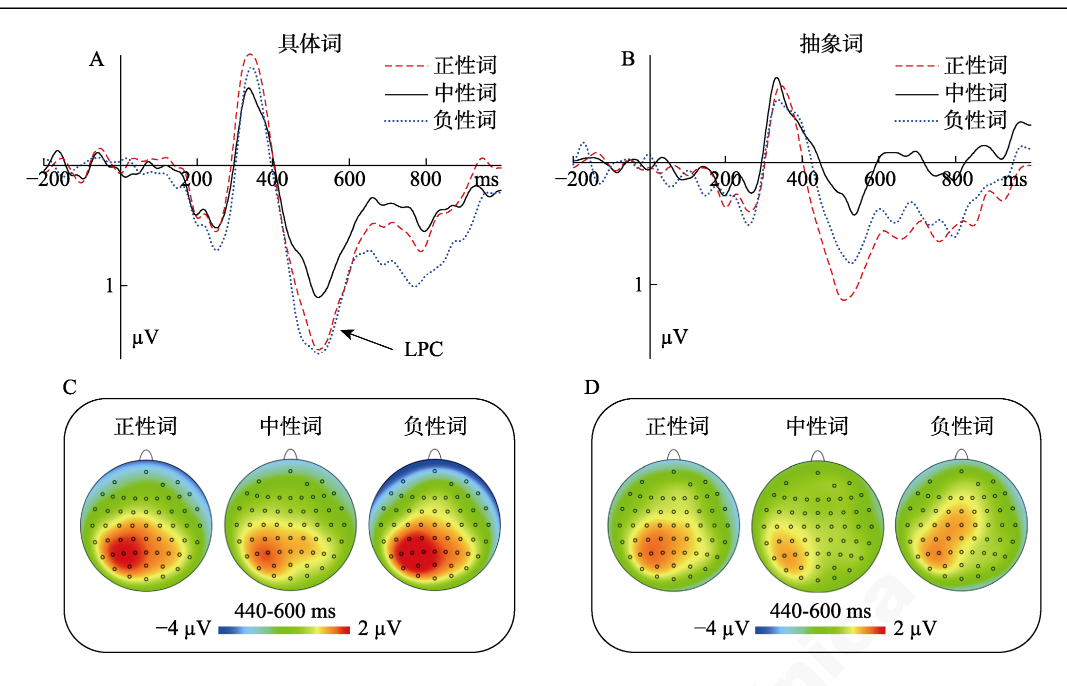


图 5　不同情绪效价的具体词和抽象词诱发的 LPC 成分的总平均图(A, B)及地形图(C, D)。

性词均比中性词诱发了更大的 N170 波幅, 具体词比抽象词诱发了更大的 N170 波幅, 这两种调节模式体现在左半球上, 右半球上没有发现。晚期 LPC 成分受到情绪效价和词汇具体性的调节, 正性词和负性词均比中性词诱发了更大的 LPC 波幅, 但与以往研究中具体词 LPC 波幅减小不同, 本研究中具体词诱发了更大的 LPC 波幅。另外, LPC 成分受到词汇具体性和情绪效价的交互调节, LPC 波幅可以区分开不同效价的抽象词, 正性词、负性词、中性词诱发的 LPC 波幅依次降低, 但 LPC 波幅对于具体词仅能分辨出情绪和非情绪, 情绪词比中性词诱发了更大的 LPC 波幅。

4.1　RSVP 范式下名词加工的情绪效应

词汇加工的情绪效应行为上表现出情绪词比中性词的反应时更短, 正确率更高(Kanske & Kotz, 2007; Kousta et al., 2009)。本研究行为结果中发现, 具体词中, 负性词的正确率高于正性词的正确率, 抽象词中, 负性词的正确率高于中性词的正确率。具体词和抽象词的情绪效应虽然不一致, 但都呈现出一种负性偏向, 即负性信息比其他信息得到优先的注意和加工(Crawford & Cacioppo, 2002)。这种快速自动化加工的现象也体现在早期脑电成分上, 如负性词比中性词诱发了更大的 N1 或 P1 波幅(Kissler & Herbert, 2013; van Hooff et al., 2008)。P1 成分通常被认为受到注意分配的影响, 且受刺激物理属性的影响比较大。D. D. Zhang 等人(2014)采用 RSVP 范式发现负性形容词在左半球上比正性形容词和中性形容词诱发了更大的 P1 波幅, 但 Yi 等人(2015)采用同样范式未发现名词的 P1 情绪效应, 本研究 P1 的结果分析中也未发现负性偏向或其他情绪效应, 这可能是因为刺激词性不同所导致。形容词通常描述个性特征或情绪状态, 相较于动词和名词, 它和情绪有更直接的关联, 也更容易引发自我参照过程(Herbert et al., 2008; Palazova et al., 2011)。

D. D. Zhang 等人(2014)发现的 P1 成分负性偏向是情绪形容词三阶段加工过程中的第一阶段, 第二阶段为情绪与非情绪的区分, 第三阶段为不同效价情绪完全分离, 该研究将面孔表情加工三阶段模型(Luo et al., 2010; Zhang et al., 2013a, 2013b)的适用范围拓展到了情绪形容词。本研究中 N170 成分受情绪效价调节, 可以区分出情绪信息与非情绪信息, 符合情绪加工三阶段模型中的第二阶段, 并且 N170 成分的情绪效应出现在左半球上, 与左半球是词汇加工优势脑的观点一致(Rossion et al., 2003)。LPC 成分也受情绪效价的调节, 其波幅还可以分辨出不同效价的抽象词, 与三阶段模型中第三阶段的不同情绪完全分离过程相符。这说明抽象名词的加工过程适应于三阶段模型中的后两个阶段, 丰富了情绪名词加工的研究结果。

4.2　RSVP 范式下词汇具体性对情绪名词加工的影响

具体性效应在行为上表现为具体词比抽象词的加工时间更短, 正确率更高(Kanske & Kotz,

2007; West & Holcomb, 2000)，本研究在正确率上并没有发现具体性效应。有研究指出中文词具体性效应的行为结果受词汇频率影响，仅存在于低频词中(Zhang et al., 2006)。本实验材料中匹配了抽象词和具体词的出现频率，选用的是中高频名词，这可能是造成具体性效应行为结果消失的原因。

Zhang 等人(2006)发现刺激出现后 200~300 ms 间，具体词比抽象词诱发了更负的 ERP 波幅，本研究发现与之相似的脑电结果：具体词比抽象词诱发了更大的N170波幅，并且N170成分受词汇具体性调节体现在左半球上。N170 是视知觉加工早期的 ERP 成分，能够反映对面孔或词语等专家化刺激的加工过程(Fan et al., 2015; Rossion et al., 2003)。当词语刺激反复出现，具体词包含的表象信息与大脑皮层反应联结更快，在名词加工的早期阶段就体现出具体词和抽象词的加工差异。

大量具体性效应的 ERP 研究采用词汇判定任务，关注与语义加工相关的 N400 成分和反映心理表象的 N700 和 LPC 成分，普遍发现具体词比抽象词诱发了更大的 N400 和 N700 波幅及减小的 LPC 波幅(Bechtold et al., 2018; Kanske & Kotz, 2007)。本研究中 LPC 成分也受到词汇具体性的调节，但与以往研究结果不同，具体词的 LPC 波幅并未减小，仍比抽象词诱发了更大的 LPC 波幅。相似结果近期研究中也有发现：Stróżak 等人(2016)采用新旧识别任务发现具体名词比抽象名词诱发了更大的 LPC 波幅；Peng 等人(2019)研究具体词和抽象词的测试效应时发现，在刺激呈现后 500~700 ms 和 700~1000 ms 间，具体词比抽象词诱发了更大的 ERP 波幅。LPC 成分作为 P3 家族一员，受注意、记忆、情感等多因素的影响，可以反映注意资源分配、精细加工、刺激评估、情绪调节等认知加工过程(Hajcak et al., 2010; Kissler et al., 2006)，其机制和意义受不同实验任务和刺激材料的影响(Delaney-Busch et al., 2016)。具体性效应的 LPC 成分也受到实验任务和认知方式的影响，王振宏和姚昭(2012)发现情绪名词的具体性效应存在于内隐任务中，外显任务中则消失；Q. Zhang 等人(2014)发现场依赖型被试在情境不一致条件下才诱发了减小的 LPC 波幅。由此可见，具体词和抽象词在 LPC 波幅上的差异受各种因素影响。本研究采用效价判断任务发现，注意资源有限条件下具体词比抽象词诱发了更大的 LPC 波幅，这可能反映出注意资源分配或情绪信息对具体性效应的影响。

4.3 抽象词与情绪信息的联结

本研究中具体词和抽象词都产生了情绪效应，但二者在 LPC 成分上的加工机制不同。抽象词在晚期阶段效价完全分离，正性词、负性词、中性词诱发的 LPC 波幅依次降低，与形容词在情绪加工三阶段模型中第三阶段中的分离结果一致(D. D. Zhang et al., 2014)；具体词在晚期阶段仅完成情绪和非情绪分离，正性词和负性词均比中性词诱发了更大的 LPC 波幅，但正性词和负性词间并未分离。Hinojosa 等人(2014)也发现 LPC 成分的情绪效应受词汇具体性调节，抽象负性词比抽象正性词诱发了更大的 LPC 波幅，具体负性词和具体正性词间差异不显著。这说明情绪信息在抽象概念的表征和加工中至关重要，本研究结果支持情感具身认知理论(affective embodiment account, AEA) (Borghi et al., 2017)。该理论由 Kousta 等人(2011)和 Vigliocco 等人(2013)提出，假设抽象概念比具体概念能唤起更多的情绪信息，因此在控制表象性，语境有效性及其他词汇学特征后，抽象词表现出加工优势。本研究中情绪名词加工的早期和晚期阶段均受到情绪信息和表象信息的影响，词汇具体性对情绪名词加工的影响，在晚期阶段体现出与“抽象性效应”相符合的 ERP 结果。行为结果还发现，抽象词中，负性词的正确率高于中性词，正性词和中性词间呈边缘显著，具体词中只有负性词的正确率高于正性词，这从侧面上也反映出抽象词可能比具体词包含了更多的情绪信息。

情感具身认知理论突出了情绪与抽象概念间的联结，近年来得到了众多研究的支持。fMRI 研究发现加工抽象词的脑区覆盖了涉及情绪加工的脑区(Vigliocco et al., 2013; Wang et al., 2018)。脑电研究发现具体词更多参与到大脑额顶叶的感觉运动网络，抽象词主要集中在感觉运动系统外的额叶区域，表明抽象词加工进行的是非运动的语义处理(Dalla Volta et al., 2014)。从语言包含不同经验信息的角度来理解具体概念与抽象概念间的差异，二者虽然都包含经验信息和词汇信息，但是彼此权重不同，具体概念里表象信息占主导地位，抽象概念中情绪信息则起重要作用，所以抽象词比具体词负载了更多的情绪信息。另外，发展心理学研究发现情绪信息为儿童早期抽象概念的获得提供了基础(Vigliocco et al., 2018)，效价可以促进儿童抽象词的习得(Ponari et al., 2017)。

5 结论

在有限注意资源内, 名词加工早期和晚期阶段的 ERP 成分均受到情绪效价和词汇具体性的调节。晚期阶段中 LPC 波幅能够分辨出不同效价的抽象词, 对于具体词仅能区分出情绪与非情绪, 说明抽象词与情绪信息联结紧密, 为抽象词包含更多情绪信息的观点提供了电生理学证据。另外, 情绪加工三阶段模型中的后两个阶段适用于抽象名词而非具体名词, 明确了该模型在情绪名词加工中的适用范围。

参 考 文 献

Barber, H. A., Otten, L. J., Kousta, S. T., & Vigliocco, G. (2013). Concreteness in word processing: ERP and behavioral effects in a lexical decision task. *Brain and Language, 125*(1), 47–53.

Barca, L., Burani, C., & Arduino, L. S. (2002). Word naming times and psycholinguistic norms for Italian nouns. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *34*(3), 424–434.

Bayer, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2012). P1 and beyond: Functional separation of multiple emotion effects in word recognition. *Psychophysiology, 49*(7), 959–969.

Bechtold, L., Ghio, M., & Bellebaum, C. (2018). The effect of training-induced visual imageability on electrophysiological correlates of novel word processing. *Biomedicines*, *6*(3), 75.

Bonin, P., Méot, A., & Bugaiska, A. (2018). Concreteness norms for 1, 659 French words: Relationships with other psycholinguistic variables and word recognition times. *Behavior Research Methods*, *50*(6), 2366–2387.

Borghi, A. M., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Cimatti, F., Scorolli, C., & Tummolini, L. (2017). The challenge of abstract concepts. *Psychological Bulletin*, *143*(3), 263–292.

Citron, F. M., Weekes, B. S., & Ferstl, E. C. (2013). Effects of valence and arousal on written word recognition: Time course and ERP correlates. *Neuroscience Letters, 533*, 90–95.

Crawford, L. E., & Cacioppo, J. T. (2002). Learning where to look for danger: Integrating affective and spatial information. *Psychological Science*, *13*(5), 449–453.

Dalla Volta, R., Fabbri-Destro, M., Gentilucci, M., & Avanzini, P. (2014). Spatiotemporal dynamics during processing of abstract and concrete verbs: An ERP study. *Neuropsychologia*, *61*, 163–174.

Delaney-Busch, N., Wilkie, G., & Kuperberg, G. (2016). Vivid: How valence and arousal influence word processing under different task demands. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *16*(3), 415–432.

Doyle, C. M., & Lindquist, K. A. (2018). When a word is worth a thousand pictures: Language shapes perceptual memory for emotion. *Journal of Experimental Psychology: General, 147*(1), 62–73.

Fan, C., Chen, S. S., Zhang, L. C., Qi, Z. Y., Jin, Y. L., Wang, Q., ... Luo, W. B. (2015). N170 changes reflect competition between faces and identifiable characters during early visual processing. *NeuroImage, 110*, 32–38.

Gratton, G., & Coles, M. G. H. (1989). Generalization and evaluation of eye-movement correction procedures. *Journal of Psychophysiology*, *3*, 14–16.

Hajcak, G., MacNamara, A., & Olvet, D. M. (2010). Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: An integrative review. *Developmental Neuropsychology*, *35*(2), 129–155.

Herbert, C., Junghofer, M., & Kissler, J. (2008). Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology, 45*(3), 487–498.

Hinojosa, J. A., Albert, J., López-Martín, S., & Carretié, L. (2014). Temporospatial analysis of explicit and implicit processing of negative content during word comprehension. *Brain and Cognition*, *87*, 109–121.

Hinojosa, J. A., Méndez‑Bértolo, C., & Pozo, M. A. (2010). Looking at emotional words is not the same as reading emotional words: Behavioral and neural correlates. *Psychophysiology, 47*(4), 748–757.

Hofmann, M. J., Kuchinke, L., Tamm, S., Võ, M. L., & Jacobs, A. M. (2009). Affective processing within 1/10th of a second: High arousal is necessary for early facilitative processing of negative but not positive words. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 9*(4), 389–397.

Kanske, P., & Kotz, S. A. (2007). Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. *Brain Research*, *1148*, 138–148.

Kim, J., Schultz, J., Rohe, T., Wallraven, C., Lee, S. W., & Bülthoff, H. H. (2015). Abstract representations of associated emotions in the human brain. *Journal of Neuroscience, 35*(14), 5655–5663.

Kissler, J., Assadollahi, R., & Herbert, C. (2006). Emotional and semantic networks in visual word processing: Insights from ERP studies. *Progress in Brain Research, 156*, 147–183.

Kissler, J., & Herbert, C. (2013). Emotion, Etmnooi, or Emitoon? – Faster lexical access to emotional than to neutral words during reading. *Biological Psychology, 92*(3), 464–479.

Kousta, S. T., Vigliocco, G., Vinson, D. P., Andrews, M., & Del Campo, E. (2011). The representation of abstract words: Why emotion matters. *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*(1), 14–34.

Kousta, S. T., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2009). Emotion words, regardless of polarity, have a processing advantage over neutral words. *Cognition, 112*(3), 473–481.

Liu, Y., Liang, N. Y., Wang, D. J., Zhang, S. Y., Yang, T. Y., Jie, C, Y., & Sun, W. (Eds). (1990). *Dictionary of usage frequency of modern Chinese words*. Beijing, China: Yuhang Press.

[刘源, 梁南元, 王德进, 张社英, 杨铁鹰, 揭春雨, 孙伟. (编). (1990). *现代汉语常用词词频词典*. 北京: 宇航出版社.]

Luo, W. B., Feng, W. F., He, W. Q., Wang, N. Y., & Luo, Y. J. (2010). Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation. *NeuroImage*, *49*(2), 1857–1867.

Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford Psychology Press.

Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, *45*(3), 255–287.

Palazova, M., Mantwill, K., Sommer, W., & Schacht, A. (2011). Are effects of emotion in single words non-lexical? Evidence from event-related brain potentials. *Neuropsychologia, 49*(9), 2766–2775.

Peng, Y. B., Liu, Y., & Guo, C. Y. (2019). Examining the neural mechanism behind testing effect with concrete and abstract words. *NeuroReport*, *30*(2), 113–119.

Ponari, M., Norbury, C. F., & Vigliocco, G. (2017). Acquisition of abstract concepts is influenced by emotional valence. *Developmental Science*, *21*(2), e12549.
Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*(3), 849–860.
Rossion, B., Joyce, C. A., Cottrell, G. W., & Tarr, M. J. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. *NeuroImage, 20*(3), 1609–1624.
Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review, 110*(1), 145–172.
Schacht, A., & Sommer, W. (2009). Emotions in word and face processing: Early and late cortical responses. *Brain & Cognition, 69*(3), 538–550.
Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology, 37*(2), 257–261.
Schwanenflugel, P. J., Akin, C., & Luh, W. M. (1992). Context availability and the recall of abstract and concrete words. *Memory & Cognition, 20*(1), 96–104.
Schwanenflugel, P. J., Harnishfeger, K. K., & Stowe, R. W. (1988). Context availability and lexical decisions for abstract and concrete words. *Journal of Memory and Language, 27*(5), 499–520.
Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005). Timing of the brain events underlying access to consciousness during the attentional blink. *Nature Neuroscience*, *8*(10), 1391–1400.
Skerry, A. E., & Saxe, R. (2015). Neural representations of emotion are organized around abstract event features. *Current Biology*, *25*(15), 1945–1954.
Stróżak, P., Bird, C. W., Corby, K., Frishkoff, G., & Curran, T. (2016). FN400 and LPC memory effects for concrete and abstract words. *Psychophysiology*, *53*(11), 1669–1678.
van Hooff, J. C., Dietz, K. C., Sharma, D., & Bowman, H. (2008). Neural correlates of intrusion of emotion words in a modified Stroop task. *International Journal of Psychophysiology, 67*(1), 23–34.
Vigliocco, G., Kousta, S. T., Della Rosa, P. A., Vinson, D. P., Tettamanti, M., Devlin, J. T., & Cappa, S. F. (2013). The neural representation of abstract words: The role of emotion. *Cerebral Cortex*, *24*(7), 1767–1777.
Vigliocco, G., Ponari, M., & Norbury, C. (2018). Learning and processing abstract words and concepts: Insights from typical and atypical development. *Topics in Cognitive Science*, *10*(3), 533–549.
Wang, X. S, Wu, W., Ling, Z. H., Xu, Y. W., Fang, Y. X., Wang, X. Y., ... Bi, Y. C. (2018). Organizational principles of abstract words in the human brain. *Cerebral Cortex*, *28*(12), 4305–4318.
Wang, Y. N., Zhou, L. M., & Luo, Y. J. (2008). The pilot establishment and evaluation of Chinese affective words system. *Chinese Mental Health Journal*, *22*(8), 608–612.
[王一牛, 周立明, 罗跃嘉. (2008). 汉语情感词系统的初步编制及评定. *中国心理卫生杂志, 22*(8), 608–612.]
Wang, Z. H., & Yao, Z. (2012). Concreteness effects of emotional noun words: Evidences from ERP. *Acta Psychologica Sinica, 44*(2), 154–165.
[王振宏, 姚昭. (2012). 情绪名词的具体性效应: 来自 ERP 的证据. *心理学报, 44*(2), 154–165.]
West, W. C., & Holcomb, P. J. (2000). Imaginal, semantic, and surface-level processing of concrete and abstract words: An electrophysiological investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*(6), 1024–1037.
Williamson, S., Harpur, T. J., & Hare, R. D. (1991). Abnormal processing of affective words by psychopaths. *Psychophysiology*, *28*(3), 260–273.
Yi, S. N., He, W. Q., Zhan, L., Qi, Z. Y., Zhu, C. L., Luo, W. B., & Li, H. (2015). Emotional noun processing: An ERP study with rapid serial visual presentation. *PLoS ONE*, *10*(3), e0118924.
Zhang, D. D., He, W. Q., Wang, T., Luo, W. B., Zhu, X. R., Gu, R. L., ... Luo, Y. J. (2014). Three stages of emotional word processing: An ERP study with rapid serial visual presentation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *9*(12), 1897–1903.
Zhang, D. D., Luo, W. B., & Luo, Y. J. (2013a). Single-trial ERP analysis reveals facial expression category in a three-stage scheme. *Brain Research, 1512*, 78–88.
Zhang, D. D., Luo, W. B., & Luo, Y. J. (2013b). Single-trial ERP evidence for the three-stage scheme of facial expression processing. *Science China Life Sciences, 56*(9), 835–847.
Zhang, Q., Guo, C. Y., Ding, J. H., & Wang, Z. Y. (2006). Concreteness effects in the processing of Chinese words. *Brain and Language*, *96*(1), 59–68.
Zhang, Q., Jiao, L. H., & Cui, L. X. (2014). Influence of emotional context on concreteness effects in words processing for field-independent and field-dependent individuals. *NeuroReport*, *25*(9), 661–667.

附录

附表 1 实验中选用的情绪名词

	正性词	中性词	负性词
具体词	鲜花 笑脸 首饰 绿地 新房 别墅	总管 护照 赛场 警卫 狮子 邮票	苍蝇 棺材 老鼠 遗体 病房 太监
抽象词	信誉 美德 名声 诚意 深情 乐趣	廉价 对策 焦点 国情 视野 江湖	耻辱 漏洞 创伤 隐患 虚荣 困境

附录 2 实验中作为干扰项出现的假词(以倒立方式呈现)

件座 弗据 被别 所野 就出 单岁 典市 茶律 廷寓 汇献 族则 限特

The influence of concreteness on emotional nouns valence processing: An ERP study

LUO Wenbo, QI Zhengyang

(*Brain and Cognitive Neuroscience Research Center, Liaoning Normal University, Dalian* 116029, *China*)

Abstract

Rapid responses to emotional words play a considerable role in human social communication. It has been reported that individuals have an advantage to process emotional words in comparison with neutral words. While it is crucial to distinguish between words that convey concrete concepts and abstract concepts in emotional words processing, because many studies have found that concrete words (e.g., "desk") are processed more quickly and efficiently than abstract words (e.g., "truth"), which is termed as the concreteness effects. However, much is known about the representation and processing of concrete concepts, our understanding of abstract concepts is limited, and the way in which abstract concepts are represented has received a great deal of research interest. Recent research has found an "abstractness effect", that is, a processing advantage of abstract words over concrete words, suggesting the role of affective information in the representation of abstract concepts.

In the present study, we distinguished emotional nouns into concrete concepts and abstract concepts to explore potential differences in processing, as measured by event-related potentials. A dual-target RSVP task was employed to explore the processing stages of concrete and abstract nouns in the limited attention context. A total of 24 right-handed participants (8 males) aged from 18 to 30 years old took part in this study in exchange for payment. Brain electrical activity was recorded by a 64-channel system composing of tin electrodes mounted in an elastic cap according to the international 10-20 System. In addition to behavioral responses, P1, N170, and LPC components were selected as indicators of early and late processing stages of emotional nouns.

The behavioral results showed that there was no concreteness effect or abstractness effect of emotional nouns in the context of limited attentional resources, while it reflected a "negative bias" for emotion effect. ERP results suggested N170 component was modulated by emotion valence and concreteness, that emotional nouns elicited significantly larger N170 amplitude than neutral nouns, and concrete nouns elicited significantly larger N170 amplitude than abstract nouns. Above two modulation patterns of N170 component were observed in the left hemisphere, but not in the right hemisphere. LPC component was also modulated by emotion valence and concreteness, that emotional nouns elicited significantly LPC amplitude than neutral nouns, while in contrast to previous studies, concrete nouns elicited significantly larger LPC amplitude than abstract nouns, which might reflect the attention resource allocation or the effect of emotional information on concreteness effect. Last but not least, there was an interaction effect between concreteness and emotion valence, that positive, negative, and neutral of abstract nouns could be distinguished by LPC amplitude respectively, while it could only differentiate emotional concrete nouns from non-emotional nouns. The late stage of emotional noun processing was in accordance with the abstractness effect.

Emotion valence and concreteness both modulate the ERP components in the early and late stages of noun processing in the limited attention context. In the late processing stage, LPC amplitude distinguishing abstract nouns with different valence, which indicates that abstract nouns had more emotional valence than concrete nouns, and provides electrophysiological evidence for the view that abstract words contain more emotional information.

Key words　emotional nouns, concreteness, RSVP, event-related potential